



# Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País

Júlio César Ribeiro  
(Organizador)

**Atena**  
Editora  
Ano 2020



Ciências Exatas e da Terra:  
Conhecimentos  
Estratégicos para o  
Desenvolvimento do País

Júlio César Ribeiro  
(Organizador)

**Atena**  
Editora  
Ano 2020

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Karine de Lima

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande



Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto



Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
C569	<p>Ciências exatas e da terra [recurso eletrônico] : conhecimentos estratégicos para o desenvolvimento do país / Organizador Júlio César Ribeiro. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso: World Wide Web            Inclui bibliografia            ISBN 978-65-5706-160-2            DOI 10.22533/at.ed.602200207</p> <p>1. Ciências exatas e da terra – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia e inovação. I. Ribeiro, Júlio César.</p> <p style="text-align: right;">CDD 500</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

O desenvolvimento socioeconômico do País está assentado primordialmente na inovação baseada no seu desenvolvimento científico e tecnológico.

É notado, principalmente nos últimos anos, que há grande necessidade de fortalecimento e expansão da capacidade de pesquisa e de inovação, bem como o aprimoramento dos conhecimentos já adquiridos pela sociedade.

Neste contexto, o E-book “Ciências Exatas e da Terra: Conhecimentos Estratégicos para o Desenvolvimento do País” foi composto por uma coletânea de trabalhos relacionados às Ciências Exatas e da Terra que contemplam os mais variados temas ligados ao desenvolvimento.

Os 20 capítulos que constituem a presente obra, elaborados por pesquisadores de diversas instituições de pesquisa, permitem aos leitores analisar e discutir assuntos tais como: importância das ondas eletromagnéticas e transmissão na camada da ionosfera, produção de filmes de polímeros a partir de diferentes complexos para aplicação em células solares, estudo de diferentes metodologias na caracterização de material polimérico, utilização de modelagem numérica na investigação da dispersão de plumas poluentes, aplicação de malhas computacionais para a verificação do transporte de doenças de plantas pelo ar, dentre outros assuntos de relevância para as Ciências Exatas e da Terra.

O organizador e a Atena Editora agradecem aos autores e instituições envolvidas nos trabalhos que compõe a presente obra.

Por fim, esperamos que este E-book possa proporcionar reflexões significativas que contribuam para o aprimoramento do conhecimento e desenvolvimento de novas pesquisas.

Boa leitura!

Júlio César Ribeiro



## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1 ..... 1**

ANÁLISE DAS ORIENTAÇÕES DE COMO DEMARCAR A IMAGINÁRIA LINHA DE PREAMAR MÉDIA DE 1831

Flavio Boscatto  
Cesar Rogério Cabral  
Everton da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.6022002071**

### **CAPÍTULO 2 ..... 13**

NUMERICAL MODELING OF SEWAGE OUTFALLS PLUMES IN THE COAST OF THE STATE OF PARANÁ – BRAZIL

Paola Galluzzi Polesi  
Joseph Harari  
Tiago Cortez  
Samuel Hora Yang

**DOI 10.22533/at.ed.6022002072**

### **CAPÍTULO 3 ..... 30**

APLICAÇÃO DO MÉTODO GOD E ESTATÍSTICA MULTIVARIADA NO ESTUDO DA VULNERABILIDADE DE AQUÍFERO À CONTAMINAÇÃO EM ARACAJU/SE

José Batista Siqueira  
Thomaz Oliveira Teixeira  
Samiramisthaís Souza Linhares  
Luiz Alberto Vedana  
Paulo Henrique Stefano

**DOI 10.22533/at.ed.6022002073**

### **CAPÍTULO 4 ..... 43**

ANÁLISES DE GERAÇÃO DE MALHA NA MODELAGEM NUMÉRICA DE TROCADORES DE CALOR SOLO-AR

Michel Kepes Rodrigues  
Jairo Valões de Alencar Ramalho  
Ruth da Silva Brum  
Luiz Alberto Oliveira Rocha  
Elizaldo Domingues dos Santos  
Liércio André Isoldi

**DOI 10.22533/at.ed.6022002074**

### **CAPÍTULO 5 ..... 55**

AS ONDAS ELETROMAGNÉTICAS E APLICAÇÃO NA TRANSMISSÃO NA CAMADA DA IONOSFERA

José Augusto dos Santos Cardoso  
Wendel Correa dos Santos  
José Francisco da Silva Costa  
Antonio Maia de Jesus Chaves Neto  
Sebastião Gomes Silva  
Manuel de Jesus dos Santos Costa  
Alessandre Sampaio Silva

**DOI 10.22533/at.ed.6022002075**

**CAPÍTULO 6 ..... 76**

DECIFRANDO O ARCO-ÍRIS E O EFEITO GLÓRIA: UMA ABORDAGEM UTILIZANDO SISTEMAS DINÂMICOS

Janaína Dias da Silva

Alberto Tufaile

**DOI 10.22533/at.ed.6022002076**

**CAPÍTULO 7 ..... 88**

MAGIC: INTERAÇÃO ENTRE HOBBY E LUCRO

Victor Ferreira da Silva

Édipo Menezes da Silva

Kelly Pereira de Lima

João Domingos Scalon

**DOI 10.22533/at.ed.6022002077**

**CAPÍTULO 8 ..... 93**

A SOCIEDADE DA INFORMAÇÃO E O LIXO ELETRÔNICO: DESAFIOS, REFLEXÕES E OPORTUNIDADES

Fábio Henrique Angelo dos Santos

Luana Maia Woida

**DOI 10.22533/at.ed.6022002078**

**CAPÍTULO 9 ..... 109**

APLICAÇÃO SIMULTÂNEA DE CALOR E MASSA NO PROCESSO DE SECAGEM DO ABIU

Nathalia Cristina Ramos Lima

Julles Mitoura dos Santos Junior

Emilio Émerson Xavier Guimarães Filho

Ronaldo Maison Martins Costa

Audirene Amorim Santana

**DOI 10.22533/at.ed.6022002079**

**CAPÍTULO 10 ..... 119**

BIOCONTROLE DO ÓLEO ESSENCIAL DE ORIGANUM VULGARE FRENTE ÀS LARVAS DE *Aedes aegypti* (DIPTERA: CULICIDAE)

Juliana de Sousa Figuerêdo

Felipe Pereira da Silva Santos

Matheus Oliveira do Nascimento

Patrícia e Silva Alves

Lucas Mendes Feitosa Dias

Layana Karine Farias Lima

Aline Aparecida Carvalho França

Edymilaís da Silva Sousa

Pedro Vitor Oliveira Silva Furtado

Veruska Cavalcanti Barros

José Luíz Silva Sá

Chistiane Mendes Feitosa

**DOI 10.22533/at.ed.60220020710**

**CAPÍTULO 11 ..... 133**

COMPLEXOS B-DICETONATOS LUMINESCENTES BASEADOS EM ÍONS TERRAS RARAS DISPERSOS EM POLÍMEROS TRANSPARENTES PARA APLICAÇÕES EM CÉLULAS SOLARES

Gabriel de Moraes Rodrigues

Ivan Guide Nunes da Silva

Danilo Mustafa

**DOI 10.22533/at.ed.60220020711**

**CAPÍTULO 12 ..... 146**

SÍNTESE, CARACTERIZAÇÃO E PROPRIEDADES DAS PENEIRAS MOLECULARES: SBA-16, FDU-12, SBA-15 E MCM-41

Mayara Resende Alves  
Mateus Freitas Paiva  
Elon Ferreira de Freitas  
Sílvia Cláudia Loureiro Dias  
José Alves Dias

**DOI 10.22533/at.ed.60220020712**

**CAPÍTULO 13 ..... 160**

UMA EFICIENTE SÍNTESE DE DERIVADOS DE TRIARILMETANO

Shirley Muniz Machado Rodrigues  
Giovanni Stoppa Baviera  
Daniel Previdi  
Alexandre de Almeida Matias  
Paulo Marcos Donate

**DOI 10.22533/at.ed.60220020713**

**CAPÍTULO 14 ..... 170**

IDENTIFICAÇÃO NÃO INVASIVA DE MATERIAL POLIMÉRICO COM A TÉCNICA DE ESPECTROSCOPIA FTIR: BANCO DE DADOS DE REFERÊNCIA E APLICAÇÃO PRÁTICA

Fabício de Melo Rodrigues Barbosa  
Márcia de Almeida Rizzutto  
Wanda Gabriel Pereira Engel

**DOI 10.22533/at.ed.60220020714**

**CAPÍTULO 15 ..... 183**

SOLOS DO BRASIL: GÊNESE, CLASSIFICAÇÃO E LIMITAÇÕES AO USO

Carlos Roberto Pinheiro Junior  
Marcos Gervasio Pereira  
Eduardo Carvalho da Silva Neto  
Lúcia Helena Cunha dos Anjos  
Ademir Fontana

**DOI 10.22533/at.ed.60220020715**

**CAPÍTULO 16 ..... 200**

DETERMINAÇÃO DE HEXAZINONA EM AMOSTRAS DE SOLO POR ESPECTROFOTOMETRIA UV-VIS

Auriléia Pereira da Silva  
Lucina Rocha Sousa

**DOI 10.22533/at.ed.60220020716**

**CAPÍTULO 17 ..... 225**

GERAÇÃO DE MALHA PARA DESCREVER A DISPERSÃO DA FERRUGEM DA SOJA NO PARANÁ

Eduardo Oliveira Belinelli  
Paulo Laerte Natti  
Neyva Maria Lopes Romeiro  
Eliandro Rodrigues Cirilo  
Lucas Henrique Fantin  
Karla Braga de Oliveira  
Marcelo Giovanetti Canteri  
Érica Regina Takano Natti

**DOI 10.22533/at.ed.60220020717**



<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>240</b>
ESTUDO DA ARTE SOBRE A UTILIZAÇÃO DO ÓLEO FÚSEL A PARTIR DA PRODUÇÃO DE ETANOL DA CANA-DE-AÇÚCAR	
Raquel Santos da Silva	
Danielle Christine Almeida Jaguaribe	
Joelma Morais Ferreira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.60220020718</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>249</b>
FORMAS ASSOCIATIVISTAS DA COMUNIDADE QUILOMBOLA NOSSA SENHORA DO LIVRAMENTO, IGARAPÉ-AÇU/PA	
Jéssica Vasconcelos Ferreira	
Raiana Rocha Pereira	
Francisco Laurimar do Nascimento Andrade	
Fabiana Mar dos Santos	
Nayra Silva do Vale	
Luiz Cláudio Moreira Melo Júnior	
Eleci Teresinha Dias da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.60220020719</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>259</b>
ESTUDO DO EFEITO MEMÓRIA E FOTOLUMINESCÊNCIA EM HIDRÓXIDOS DUPLOS LAMELARES (HDL)	
Alexandre Candido Teixeira	
Alysson Ferreira Morais	
Ivan Guide Nunes da Silva	
Danilo Mustafa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.60220020720</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>273</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>274</b>

## SOLOS DO BRASIL: GÊNESE, CLASSIFICAÇÃO E LIMITAÇÕES AO USO

*Data de aceite: 25/06/2020*

### **Carlos Roberto Pinheiro Junior**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Seropédica – RJ.

### **Marcos Gervasio Pereira**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Seropédica – RJ.

### **Eduardo Carvalho da Silva Neto**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Seropédica – RJ.

### **Lúcia Helena Cunha dos Anjos**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,  
Seropédica – RJ.

### **Ademir Fontana**

Centro Nacional de Pesquisa de Solos – Embrapa  
Solos,  
Rio de Janeiro – RJ.

**RESUMO:** Devido a sua grande extensão territorial, o Brasil apresenta uma ampla variabilidade ambiental, resultando em uma grande diversidade de solos. Considerando essa ampla variabilidade e a necessidade de organização das informações sobre solos, o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) agrupa os solos em nível de ordem, em 13 classes. As ordens do SiBCS refletem a grande variação nas características geológicas, geomorfológicas, climáticas de fauna e flora no

território brasileiro. Essa variação produz uma diversidade de processos pedogenéticos que imprimem propriedades morfológicas, físicas e químicas distintas aos solos. Assim, a utilização desse sistema de classificação se mostra eficaz para registrar, comparar, classificar e interpretar as informações do solo de forma consistente. A classificação dos solos permite identificar espacialmente as relações solo-paisagem e fornece informações sobre as propriedades e o potencial de uso dos solos. No caso do SiBCS, a classificação permite relacionar os processos de gênese à morfologia, organizando o conhecimento sobre os solos e funcionando como uma ferramenta eficaz de transferência de informações.

**PALAVRAS-CHAVE:** SiBCS, solo-paisagem, pedogênese.

### **BRAZILIAN SOILS: GENESIS, CLASSIFICATION AND USE LIMITATIONS**

**ABSTRACT:** Due to the size of its territory, Brazil has a wide environmental variability, resulting in a great diversity of soils. Considering this wide variability and the need to organize soil information, the Brazilian Soil Classification System (SiBCS) groups soils at the order level, in 13 classes. SiBCS orders reflect the wide variation in geological, geomorphological, climatic characteristics, and even fauna and

flora in the Brazilian territory. This variation produces a diversity of pedogenetic processes that give different morphological, physical and chemical properties to the soils. Thus, the use of this classification system is effective to record, compare, classify and interpret soil information efficiently. Soil classification allows spatially identifying soil-landscape relationships and provides information on soil properties and potential for use. In the case of SiBCS, the classification makes it possible to relate the processes of genesis to morphology, organizing knowledge about soils and functioning as an effective tool for transferring information about soils.

**KEYWORDS:** SiBCS, soil-landscape, pedogenesis.

## 1 | INTRODUÇÃO

A formação do solo se dá a partir da interação de diferentes agentes, sendo estes denominados de fatores de formação, a saber: clima, organismos, relevo, material de origem e tempo, estando estes intimamente interligados em um sistema dinâmico (JENNY, 1941). Assim, qualquer variação em um destes fatores será responsável por modificações nos atributos edáficos observados em sessões (horizontes e/ou camadas) e conseqüentemente nos tipos de solos que ocorrem em uma determinada paisagem.

Devido a sua grande extensão territorial, o Brasil apresenta uma ampla variabilidade ambiental, resultando em uma grande diversidade de solos. A geologia brasileira é formada por extrema variedade de tipos de rochas, antigas e modernas, compondo uma grande diversidade de materiais de origem. A variação das condições de clima e vegetação resultam em diferentes domínios morfoclimáticos, onde são observadas desde as pradarias e araucárias na Região Sul, até o amazônico, com clima equatorial no Norte e da caatinga sob clima semiárido no Nordeste (Ab'SABER, 1970). O relevo, compartimentalizado em planícies, depressões, tabuleiros, chapadas, patamares, planaltos e serras (IBGE, 2009) resulta da interação das condicionantes climáticas e litológica e definem as regiões e unidades geomorfológicas, tendo em vista a sua grande influência no padrão da drenagem e toda dinâmica hidrológica. Adicionalmente, o território brasileiro situa-se num contexto geotectonicamente antigo e estável, marcado por diferentes ciclos de erosão, sedimentação e pedogênese ao longo do tempo.

O conhecimento da distribuição de solos no Brasil evoluiu de forma gradual desde o final do século XIX, com a realização dos primeiros estudos de solos no país (JACOMINE e CAMARGO, 1995). Inicialmente, os solos eram agrupados de acordo com o material de origem e unidades geomorfológicas. Com os trabalhos de levantamentos de solos iniciados na década de 1950 pela Comissão de Solos, do Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agrônomicas do Ministério da Agricultura (CNEPA-MA), começam os primeiros esforços para a classificação de solos no país, baseada em conceitos pedológicos (KER et al., 2017). Como os sistemas de classificação de solos mais difundidos na época se mostraram ineficientes para classificar os solos no território brasileiro, surge a demanda por uma classificação



brasileira de solos, cujas diversas aproximações culminaram com o lançamento do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (ANJOS et al., 2012).

O SiBCS é um sistema taxonômico (baseia-se em atributos relacionados aos processos de formação do solo), morfopedológico (baseado em propriedades relevantes como expressão da gênese do solo), multicategórico (categorias múltiplas), descendente (sistema que parte das categorias mais altas para as mais baixas) e de abrangência nacional. Além disso, uma das principais características do SiBCS é ser um sistema aberto (sujeito a modificações a título de atualização, complementação e aperfeiçoamento). No 1º nível categórico (ordem), é composto por 13 classes de solos, separadas por critérios que são passíveis de serem identificados no campo. Ou seja, tem como base atributos do solo que refletem a natureza do ambiente e as evidências (sinais) da atuação de um conjunto de processos pedogenéticos dominantes no desenvolvimento do solo (SANTOS et al., 2018). Assim, as classes em nível de ordem no SiBCS permitem uma estratificação de ambientes de acordo com propriedades do solo, possibilitando uma melhor compreensão da relação solo-paisagem.

Nesse capítulo, serão apresentadas as 13 classes gerais (ordens) de solos do Brasil, no que se refere a sua ocorrência, processos pedogenéticos atuantes, assim como os critérios dos atributos e horizontes diagnósticos para sua classificação no SiBCS e principais fatores limitantes ao uso.

## 2 | SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS

### A) Argissolos

Os Argissolos são a segunda ordem de maior ocorrência no Brasil (Figura 1). São solos que apresentam um horizonte subsuperficial de acúmulo de argila, representado pelo sufixo t, que por vezes pode ser precedido por um horizonte de eluviação de argila (E). Essa ordem apresenta como principais processos pedogenéticos específicos o de eluviação e iluviação de argila e/ou elutriação (KÄMPF e CURI, 2012). Através da eluviação/iluviação as partículas de argila dispersas são transportadas em suspensão pelos poros de maior dimensão e, posteriormente são depositadas onde a dispersão ou o transporte se tornam menos efetivos. Nesse processo, as argilas são depositadas nos poros ou na superfície dos agregados, levando comumente ao desenvolvimento da feição morfológica denominada de cerosidade. Esse processo proporciona o aumento absoluto do conteúdo de argila do horizonte B.

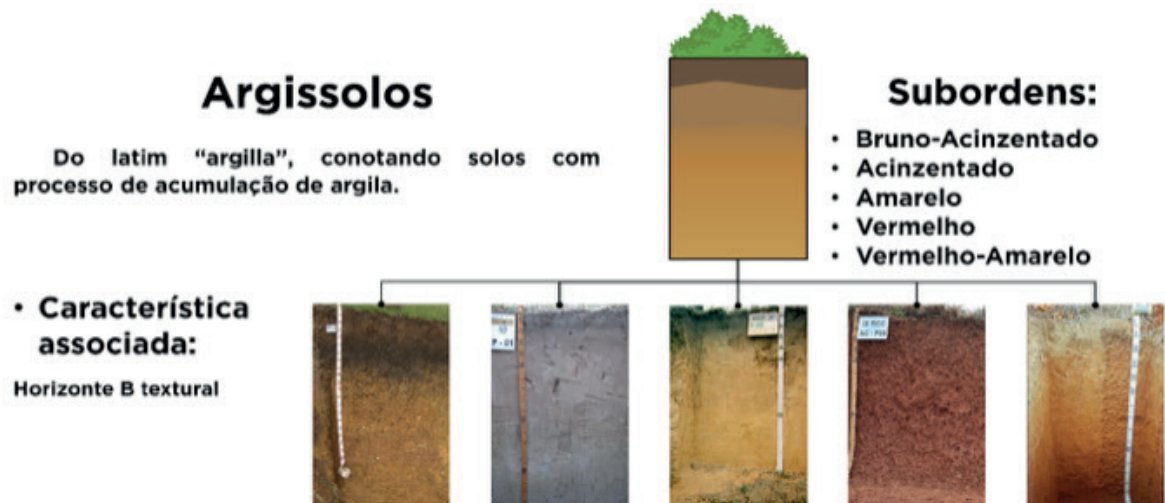


Figura 1. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Argissolos. Fotos: Santos et al. (2018).

O processo de elutriação conduz a um aumento relativo do teor de argila no horizonte B, já que este não recebe argila, porém em função das perdas que ocorrem nos horizontes superficiais, verifica-se o aumento relativo de argila no horizonte B.

No SiBCS, esse horizonte recebe a classificação como B textural (Bt), que apresenta argila de baixa atividade e/ou baixa saturação por bases ou caráter alumínico (SANTOS et al., 2018).

Quanto a utilização agrícola o principal fator limitante é a susceptibilidade a erosão, tendo em vista que a água ao infiltrar no perfil encontra um horizonte de acúmulo de argila em subsuperfície que altera a permeabilidade e favorece o início do escoamento lateral. Devido essa característica recomenda-se a sua utilização com culturas anuais, associadas a práticas que minimizem o processo erosivo ou culturas perenes.

## **B) Cambissolos**

Os Cambissolos são solos pouco evoluídos devido à pequena atuação dos processos pedogenéticos e pequenas modificações de ordem física, química, e morfológica, contudo, suficiente para desenvolvimento de cores mais cromadas, presença de estrutura com agregação nos horizontes subsuperficiais e pequeno incremento de no conteúdo de argila em profundidade (Figura 2). Em função do baixo grau de pedogênese, esses solos são classificados por apresentarem um horizonte diagnóstico subsuperficial denominado de B incipiente (Bi).



Figura 2. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Cambissolos. Fotos: Santos et al. (2018).

Ocorrem em diferentes pontos da paisagem, desde áreas com relevo mais acidentado até os terraços fluviais. Nas regiões de relevo acidentado o principal limitante é a susceptibilidade a erosão. No Estado de Santa Catarina são utilizados principalmente com cultivo de videiras, tendo em vista o menor revolvimento do solo. Os Cambissolos formados a partir de material aluvial, devido a sua proximidade aos cursos de água são protegidos ambientalmente, contudo, podem apresentar restrições a drenagem, além da variabilidade nos atributos químicos. Devido à grande nas áreas de ocorrência, apresentam diferentes limitações, contudo, encontram-se amplamente distribuídos em áreas de cultivo de culturas anuais e perenes.

### C) Chernossolos

Os Chernossolos são solos formados pelo processo pedogenético de calcificação ou carbonatação e melanização (KÄMPF e CURI, 2012). A calcificação ou carbonatação consiste na formação e acumulação de  $\text{CaCO}_3$  que ocorre a partir da solubilização do  $\text{Ca}^{2+}$  do material de origem (principalmente calcário) e sua reação e precipitação com  $\text{CO}_3^{2-}$ , que por sua vez, depende da atividade biológica na produção de  $\text{CO}_2$  e sua dissolução na água, levando a formação de bicarbonato ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). A precipitação do  $\text{CaCO}_3$  é favorecida pelas condições climáticas, tendo em vista que o aumento da evaporação da água aumenta a concentração de bicarbonato de cálcio na solução. Para essa ordem também se verifica a ocorrência do processo pedogenético de melanização nos horizontes superficiais (Figura 3). Tal processo é evidenciado pelo escurecimento dos horizontes superficiais e/ou do solo decorrente da estabilização da matéria orgânica pela formação de humatos de cálcio através das reações de complexação da matéria orgânica com íons de  $\text{Ca}^{2+}$ , favorecendo a ocorrência de cores escuras mesmo com baixos valores de carbono orgânico total.





Figura 3. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Chernossolos. Fotos: Santos et al. (2018).

No Brasil, os Chernossolos ocorrem predominantemente nas áreas de natureza carbonática, na Chapada do Apodi no Estado do Ceará e Rio Grande do Norte, no Estado de Tocantins, formados a partir de rochas calcárias do Grupo Bambuí e na Serra da Bodoquena no Estado do Mato Grosso do Sul, assim como na região dos Pampas, no Rio Grande do Sul.

No SiBCS, os Chernossolos apresentam o horizonte diagnóstico superficial A chernozêmico como critério para sua classificação. Esse horizonte deve apresentar espessura mínima de 18 cm quando o solum (A+B) tiver menos que 75 cm ou no mínimo 25 cm quando o solum apresentar mais que 75 cm, associado a cores com valor e croma  $\leq 3$ , saturação por bases  $\geq 65\%$  e critérios estrutura, consistência e teor de carbono orgânico, associado a presença de horizonte subsuperficial B incipiente ou B textural, ambos com argila de alta atividade (capacidade de troca catiônica da fração argila (CTC)  $\geq 27 \text{ cmol}_c / \text{kg}$  argila) e alta saturação por bases, ou horizonte cálcio ou petrocálcico (SANTOS et al., 2018).

Quanto à utilização agrícola, os Chernossolos apresentam elevada fertilidade natural que propicia o desenvolvimento de uma grande gama de espécies agrícolas, contudo, os elevados teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e pH alcalino favorecem a precipitação do fósforo na forma de fosfato de cálcio. Em sua grande maioria são pouco profundos, o que dificulta o desenvolvimento do sistema radicular e a permeabilidade do perfil. Adicionalmente, quando observada a acumulação de argila em subsuperfície, a permeabilidade é reduzida, o que favorece a atuação dos processos erosivos.

#### D) Espodossolos

Os Espodossolos são solos formados pelo processo pedogenético específico de podzolização que consiste na complexação e redistribuição de Fe e Al (KÄMPF e CURI, 2012). A vegetação de caráter ácido em que esses solos ocorrem favorece o acúmulo de compostos orgânicos complexantes como polifenóis, ácidos fúlvicos e húmicos nos horizontes superficiais. Esses ácidos orgânicos dissolvidos complexam principalmente os íons Fe

e Al devido ao seu pequeno raio iônico e elevada valência conferindo maior estabilidade aos complexos que posteriormente são translocados e depositados em subsuperfície. A mobilização desses compostos dos horizontes superficiais e sua deposição em subsuperfície é facilitada pela natureza do material de origem com predomínio da fração areia grossa de natureza mineralógica basicamente quartzos (Figura 4).

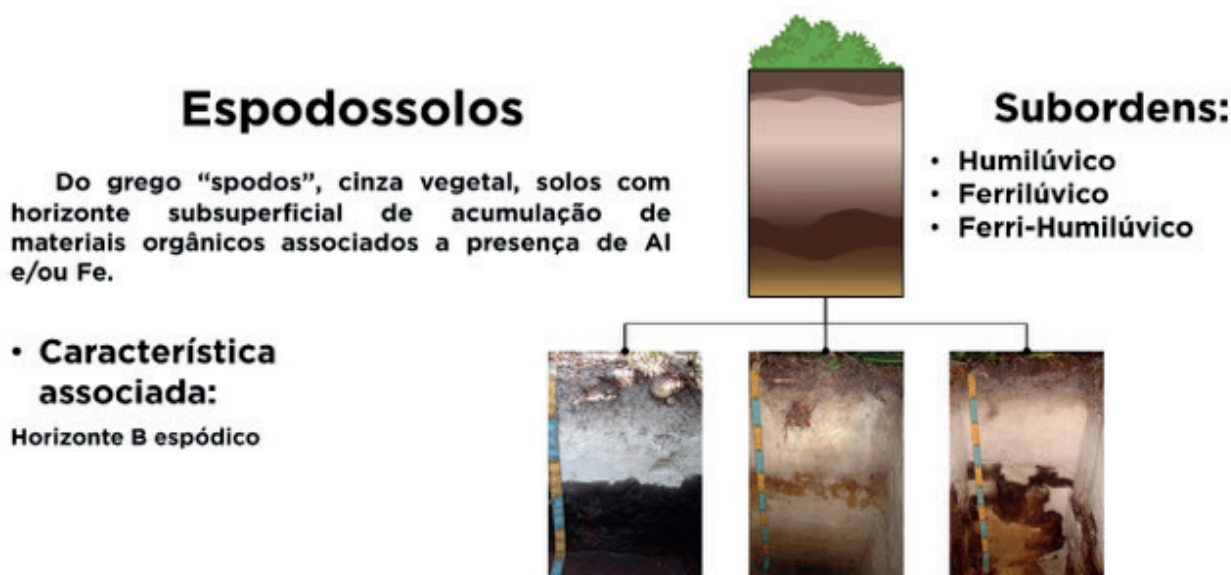


Figura 4. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Espodossolos. Fotos: Santos et al. (2018).

Os Espodossolos são caracterizados por apresentarem horizonte diagnóstico subsuperficial B espódico e recebem diferentes sufixos de acordo com a natureza do material iluviado (SANTOS et al., 2018). O horizonte Bs apresenta cores vivas devido a maior acumulação de ferro e alumínio e baixos teores de matéria orgânica. O horizonte Bhs apresenta acumulação tanto de matéria orgânica quanto compostos de ferro e alumínio (extraídos e quantificados por oxalato), enquanto o horizonte Bh apresenta acumulação de complexos de matéria orgânica-alumínio, com pouco ou nenhuma evidência de acumulação de ferro. Além disso, os horizontes B espódicos podem apresentar-se cimentados, denominados de ortstein, e recebem o sufixo m (Bsm, Bhsm ou Bhm), ou plácico, como forma cimentada na forma de em placa e pequena espessura.

Ocorrem predominantemente nas áreas de vegetação de restinga, muçununga e campinarana, distribuídos em uma estreita faixa no litoral e nos Estados do Amazonas e Roraima. Também podem ser observados em regiões altomontanas, como as serras de Ibitipoca em Minas Gerais, formados a partir de rochas quartízticas.

Quanto a sua utilização agrícola, devido a sua grande ocorrência em áreas de restinga são destinados à área de proteção permanente. Adicionalmente, atributos como textura muito arenosa para retenção de nutrientes e erosão hídrica e eólica e, a presença de horizontes cimentados que limitam o desenvolvimento do sistema radicular em profundidade e desfavorecem a permeabilidade, são fortes limitantes ao desenvolvimento dos vegetais.

## E) Gleissolos

Gleissolos são solos formados pelo processo pedogenético de gleização que consiste na redução e remoção do ferro por ação dos microorganismos em ambiente aneróbico (Figura 5). Os óxidos de ferro funcionam como aceptores finais de elétrons, provenientes da decomposição da matéria orgânica, e com isso ocorre a sua redução. O ferro, em sua forma reduzida, torna-se mais móvel podendo ser removido do perfil para o lençol freático, e dessa forma minerais como, caulinita na fração argila e o quartzo na fração areia passam a expressar a sua cor acinzentada. Em função da oscilação do lençol freático, decorrente da sazonalidade, pode ocorrer a formação de mosqueamentos de redução em quantidades, tamanhos e graus de distinção variados. Nesses solos também podem ser verificados horizontes com cores cinzentas, azuladas, esverdeadas ou mosqueamento bem expresso dessas cores, decorrentes da mobilização do Fe e/ou Mn, com ou sem segregação recebem o sufixo g (SANTOS et al., 2018).

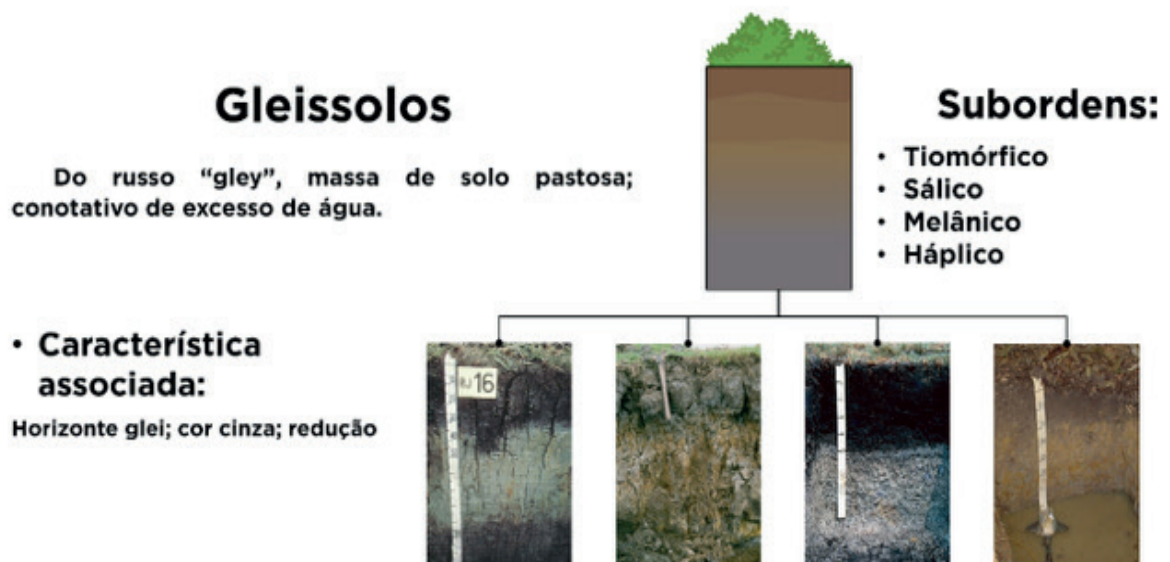


Figura 5. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Gleissolos. Fotos: Santos et al. (2018).

São observados em expressão em áreas de planícies fluviais ou em regiões em que as depressões no terreno favorecem a acumulação de água favorecendo o desenvolvimento do processo pedogenético de gleização. Do ponto de vista de utilização agrícola, a principal limitação desses solos é a deficiência de oxigênio devido ao predomínio de condições anaeróbicas na maior parte do ano. Alguns Gleissolos devido a fortes restrições químicas como extrema acidez ou salinidade, são destinados a área de preservação ambiental. Contudo, a maior parte dos Gleissolos possui potencial agrícola principalmente para cultura do arroz irrigado ou quando drenados para culturas menos sensíveis a eventuais problemas de deficiência de oxigênio.

## F) Latossolos

No Brasil, a ordem dos Latossolos é a que ocorre em maior expressão, ocupando quase 32% do território (Figura 6). São solos profundos, de boa drenagem, em sua grande maioria com baixa saturação por bases (distróficos) e, de maneira geral, ocorrem em áreas de pequena declividade, em relevo que varia de plano a suave ondulado. São formados pelos processos pedogenéticos específicos de dessilicação e ferralitização (KÄMPF e CURI, 2012).



Figura 6. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Latossolos. Fotos: Santos et al. (2018).

Durante o desenvolvimento desses processos ocorre a transformação de minerais primários e/ou secundários, associado as perdas de bases e sílica. As características resultantes desses processos são destacadas nos horizontes subsuperficiais (B) pelo sufixo w, que designa formação de material mineral em estágio avançado de intemperização, expresso pela alteração completa ou quase completa dos constituintes que lhe deram origem e dos constituintes secundários do próprio material do horizonte (SANTOS et al., 2018).

Apresentam horizonte diagnóstico subsuperficial B latossólico, tendo espessura mínima de 50 cm, caracterizado pelo avançado estágio de intemperização, com baixo conteúdo de minerais primários facilmente alteráveis, baixa CTC ( $<17 \text{ cmolc kg}^{-1}$ ), condizente com a constituição mineralogia de óxidos e oxi-hidróxidos de ferro e alumínio e argilominerais do tipo 1:1. Adicionalmente, apresentam relação molecular  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  (ki) inferior a 2,2, indicando a intensa atuação do processo de dessilicação.

Do ponto de vista de utilização os Latossolos, de maneira geral, apresentam como principal limitante a baixa fertilidade natural e elevado teor de alumínio. Contudo, quando eutróficos, possuem elevado potencial agrícola, tendo em vista a sua elevada profundidade efetiva e a baixa declividade da paisagem em que se encontram favorecendo a mecanização, permeabilidade e o armazenamento de água e minimizando a atuação dos processos



erosivos.

## J) Luvisolos

Luvisolos são solos formados a partir dos processos pedogenéticos específicos de eluviação/iluviação ou elutriação, que contribuem para o aumento do conteúdo de argila em subsuperfície (Figura 7). Sua maior expressão geográfica, se dá em ambientes semiáridos e de vegetação esparsa de Caatinga que oferece pouco proteção ao solo a ação dos processos erosivos, o processo de elutriação atua com maior intensidade na formação desses solos, havendo, portanto, a remoção seletiva de argila dos horizontes superficiais. Adicionalmente, a remoção das partículas mais finas favorece a ocorrência de um grande volume das frações mais grossas, cascalho e calhaus sobre a superfície do solo, feição conhecida como pavimento desértico.

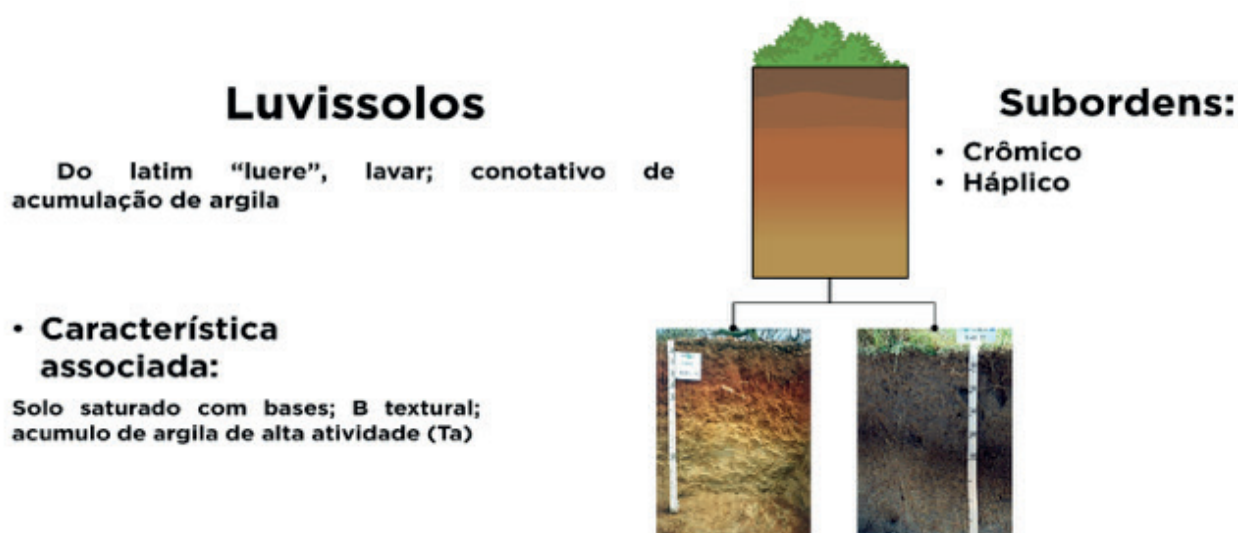


Figura 7. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Luvisolos. Fotos: Santos et al. (2018).

Quanto a classificação, são caracterizados pela presença do horizonte diagnóstico subsuperficial B textural com argila de alta atividade e alta saturação por bases ( $V\% > 50$ ) (SANTOS et al., 2018). Do ponto de utilização agrícola apresentam boa fertilidade natural, contudo, a presença de horizonte subsuperficial de acúmulo de argila associado às precipitações de elevada intensidade dos ambientes semiáridos torna-os muito susceptíveis aos processos erosivos. Em sua maioria são pouco a moderadamente profundos, podendo intensificar a erosão. A presença de argilas de atividade alta também pode desfavorecer a mecanização, seja por tração animal ou mecanizada, em especial quando o horizonte A é pouco espesso, e dessa forma o B encontra-se mais próximo da superfície. Quando apresentam rochividade e/ou pedregosidade em superfície, surgem impedimentos ao cultivo. Quando localizados em regiões de clima mais seco a deficiência de água também é um forte fator limitante a sua utilização.



## K) Neossolos

Neossolos são a terceira ordem de maior ocorrência no Brasil, sendo precedida apenas pelas ordens dos Latossolos e Argissolos (Figura 8). Apresentam pequeno grau de desenvolvimento em relação ao material de origem ao qual foram formados devido à baixa intensidade de atuação dos processos pedogenético, seja pela maior resistência do material de origem, como sedimentos ou rochas de composição areno-quartzíticas ou influência dos demais fatores de formação, tais como o clima e/ou o relevo que favorecem a contínua remoção e rejuvenescimento do solo. Caracterizam-se por não apresentarem horizonte B diagnósticos, possuindo mais comumente sequência de horizontes A sobre rocha semi-alterada, rocha sã ou sedimentos diversos (SANTOS et al, 2018). Quando o horizonte B estiver presente, este não possui espessura para ser identificado como diagnóstico.



Figura 8. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Neossolos. Fotos: Santos et al. (2018).

Do ponto de vista de utilização, as limitações variam quanto a classificação no 2º nível categórico. Os Neossolos Litólicos apresentam fortes restrições, tendo em vista que a pequena profundidade efetiva limita o desenvolvimento das raízes e o armazenamento de água, além da elevada susceptibilidade a erosão. Os Neossolos Flúvicos devido a sua proximidade do leito dos rios, encontram-se em sua grande maioria em áreas protegidas ambientalmente, contudo, podem possuir restrições a drenagem além de condições químicas diversas. Os Neossolos Regolíticos apresentam potencial para produção agrícola, devido principalmente à sua reserva de nutrientes oriunda da intemperização de minerais primários tais como o ortoclásio. Os Neossolos Quartzarênicos possuem como principal limitante a textura muito arenosa, apresentando além de baixa retenção de cátions e armazenamento de água, baixa capacidade de suporte e suscetibilidade a erosão eólica.

## L) Nitossolos

Os Nitossolos são solos formados pelos processos pedogenéticos específicos de eluviação/iluviação de argila, contudo, com incremento em subsuperfície insuficiente para formação de gradiente textural (SANTOS et al., 2018). São caracterizados por apresentarem textura argilosa ou muito argila desde a superfície, estrutura bem desenvolvida e expressiva cerosidade decorrente do recobrimento dos agregados em subsuperfície pela argila translocada (Figura 9). Abrange grande parte dos solos anteriormente classificados como Terras Roxas Estruturadas, sendo comumente encontrados áreas de rochas básicas na região Centro-Sul do Brasil.



Figura 9. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Nitossolos. Fotos: Santos et al. (2018).

Apresentam horizonte diagnóstico subsuperficial B nítico, recebendo o sufixo t, a iluviação de argila é identificada pela presença de cerosidade que deve ser no mínimo comum e moderada. O horizonte B nítico possui argila de atividade baixa ou alta atividade desde que apresente elevados teores de alumínio associado a alta saturação por bases ou baixa saturação por bases (caráter alumínico) (Santos et al., 2018). Os Nitossolos caracterizam-se por não apresentarem policromia (variação de cor em profundidade).

Possuem elevado potencial agrícola, principalmente quando apresentam alta saturação por bases (eutróficos). Em sua maioria são profundos, de boa drenagem e encontram-se predominantemente em áreas de relevo suave ondulado, facilitando as operações de mecanização. Apesar da textura muito argilosa e conseqüentemente uma menor proporção de macroporos, possuem alta taxa de infiltração da água devido a estabilidade da estrutura do solo. São de larga ocorrência nas áreas de produção de soja e trigo no Sul do Brasil.

## M) Organossolos

Organossolos são solos formados a partir da acumulação da matéria orgânica, seja em condições de drenagem restrita ou baixas temperaturas, ambas contribuindo para redução

da atividade biológica na decomposição dos resíduos vegetais (Figura 10). A acumulação do material orgânico formando espessos depósitos comumente são chamados de turfeira e dão origem aos Organossolos com H hístico.

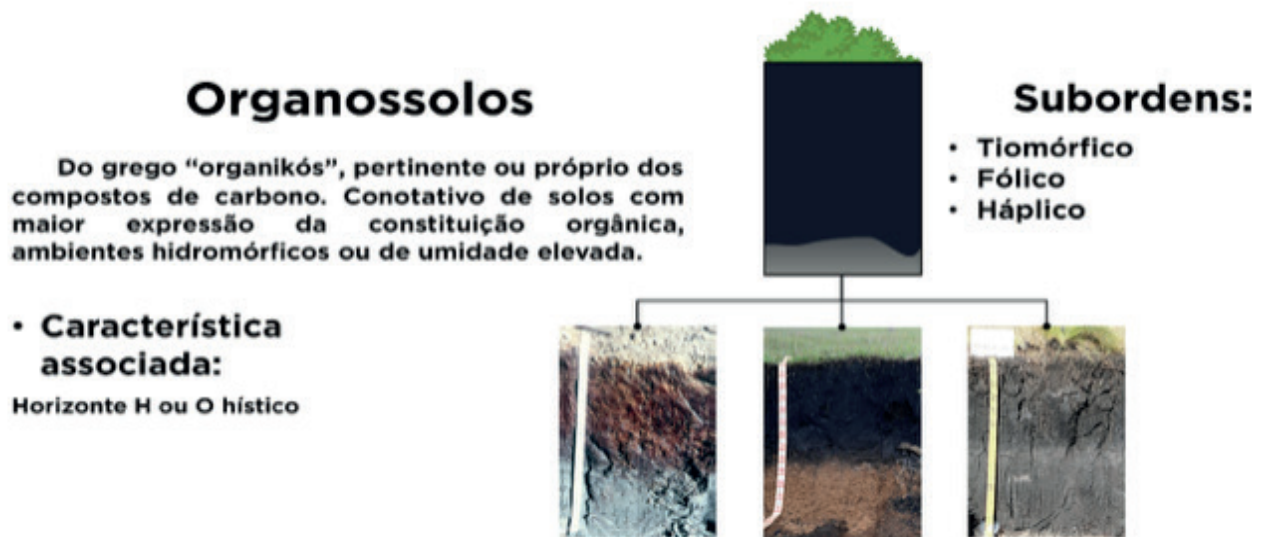


Figura 10. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Organossolos. Fotos: Santos et al. (2018).

A formação destes solos se dá pela atuação do processo pedogenético específico de paludização, em que as condições restritas de drenagem favorecem a acumulação da matéria orgânica, tendo em vista que o ambiente anaeróbico desfavorece a atividade biológica na sua decomposição (KÄMPF e CURI, 2012). Os Organossolos com O hístico também podem ser formadas em condições de clima frio, principalmente nos ambientes altomontanos, em que as baixas temperaturas reduzem a biodegradação, favorecendo o acúmulo da matéria orgânica.

No SiBCS, os Organossolos são caracterizados pela presença de horizontes hísticos (teor de carbono orgânico total  $\geq 80$  g kg<sup>-1</sup>) com espessura mínima de 40 cm; quando o material orgânico apresentar-se pouco decomposto a espessura mínima passa a ser de 60 cm; e quando sobrejacente a um contato lítico a espessura mínima é de 20 cm.

Quanto a utilização agrícola, grande parte dos Organossolos são destinados a preservação, seja por encontrarem-se em áreas protegidas ambientalmente, ou pela condição de extrema acidez (Organossolos Tiomórficos). Em função da condição de drenagem restrita, surgem limitações quando a disponibilidade de oxigênio e impedimentos a mecanização. Devido ao elevado poder tampão, a calagem atua apenas no fornecimento de Ca e Mg, não apresentando efeitos no pH. Nesses solos podem ser observados problemas com micronutrientes em especial com o Cu em função de sua complexação pela matéria orgânica. Adicionalmente, os elevados teores de carbono, proporcionam uma maior relação C/N, o que pode favorecer uma baixa disponibilidade de N para as culturas.

## N) Planossolos

Planossolos são solos formados pela atuação dos processos pedogenéticos específicos de lessivagem, leucinização e ferrólise (KÄMPF e CURI, 2012). Os Planossolos encontram-se predominantemente no terço inferior da paisagem, sendo portando, o primeiro ponto deposicional da vertente, recebendo os sedimentos com partículas de maior diâmetro (areia) das partes mais altas da paisagem, condição que facilita a intensa movimentação das partículas mais finas (argila) através da água que percola o perfil de solo, sendo posteriormente depositadas em subsuperfície (lessivagem). Adicionalmente, essa intensa translocação de argila favorece também a atuação do processo pedogenético de leucinização devido a remoção de agentes pigmentantes que são responsáveis pela formação do horizonte E com cores claras devido ao predomínio da fração areia composta por quartzo. A condição de drenagem imperfeita favorece também a atuação do processo de ferrólise, devido a oscilação do lençol freático e conseqüentemente dos ciclos de umedecimento e secagem, em que as reações redox envolvendo o ferro leva a diminuição do pH acima do horizonte B, levando a destruição dos argilominerais dos horizontes superficiais e conseqüentemente o espessamento do horizonte E (Figura 11).

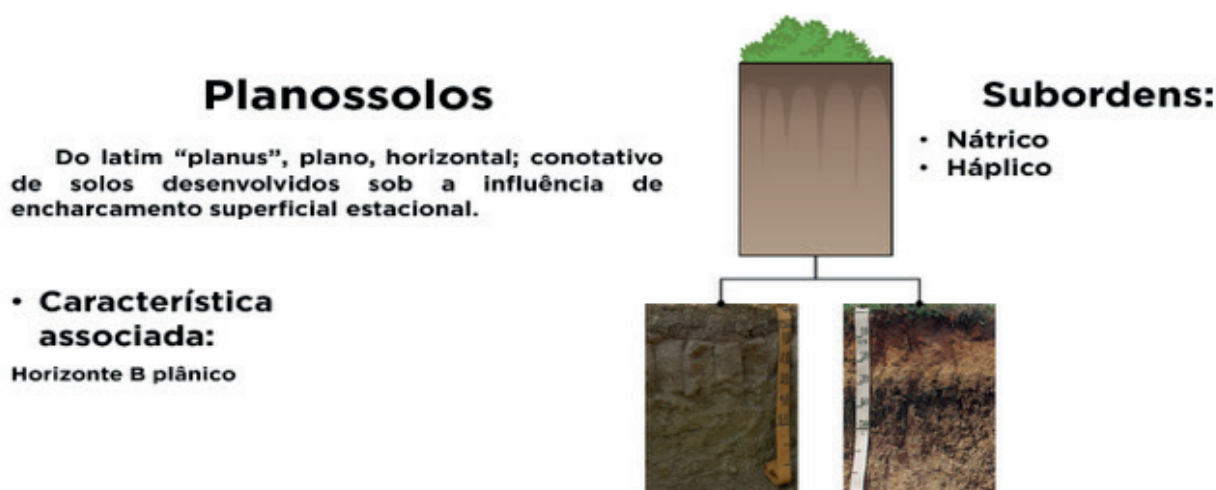


Figura 11. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Planossolos. Fotos: Santos et al. (2018).

No SiBCS os Planossolos são caracterizados pela presença do horizonte diagnóstico subsuperficial B plânico (Bt), possuindo cores que refletem as condições de drenagem imperfeita com matizes amarelados e cromas baixos. Por muitas vezes também são observadas cores mosqueadas ou variegadas com matizes e cromas variáveis. Do ponto de vista de utilização os Planossolos possuem uma série de limitações, principalmente quando apresentam alta saturação por sódio (caráter sódico). Devido à localização na paisagem e a proximidade com o lençol freático condicionando a drenagem imperfeita, apresentam deficiência de oxigênio na época de maior precipitação pluviométrica, por outro lado, na época mais seca, a textura muito arenosa condiciona uma baixa capacidade de armazenamento de



água. No Brasil, são largamente utilizados com o cultivo de arroz em sistema de inundação em especial na região Sul. O manejo da matéria orgânica favorecendo o aumento da retenção de c t ons e manutenção da umidade e o cultivo em sistemas de canteiros aumenta, surgem como alternativas para a utilização desses solos para produção de oler ceas.

## O) Plintossolos

Os Plintossolos são solos formados pelo processo pedogenético específico de plintitizaç o. A atuação deste processo se d  em ambientes com restrições a drenagem (imperfeitamente drenado) na zona de flutuação do lençol freático onde os ciclos de umedecimento e secagem são responsáveis pela precipitação de Fe e acumulação localizada de óxidos (hematita e goethita) na forma de mosqueado e nódulos macios avermelhados que podem se endurecer irreversivelmente, conhecidos como plintita (K MPF e CURI, 2012). A intensificação do processo de plintitizaç o com novos aportes de Fe impregnando esses nódulos pode levar a sua cimentação e formação da petroplintita (Figura 12).

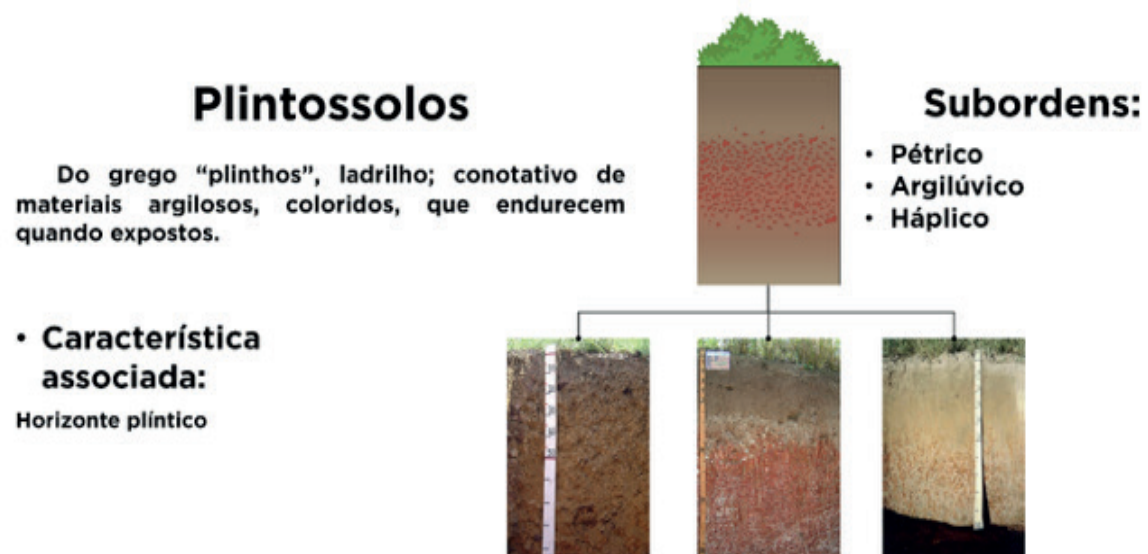


Figura 12. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Plintossolos. Fotos: Santos et al. (2018).

Quanto a classificação, os Plintossolos são caracterizados pela presenç a do horizonte pl ntico, litopl ntico ou concrecionário iniciando dentro de 40 cm a partir da superfície ou dentro dos 200 cm desde que seja precedido de horizonte glei ou horizontes com cores pálidas, variegadas ou com mosqueado em quantidade abundante (Santos et al., 2018). Do ponto de vista de utilização agrícola o próprio ambiente de drenagem imperfeita em que são formados indicam deficiência de oxig nio no período das chuvas. Alguns Plintossolos, devido à grande quantidade de concreções podem limitar o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, a permeabilidade e as operações de mecanização. Adicionalmente, os que possuem acumulação de argila ou a presenç a do horizonte litopl ntico em profundidade, são mais susceptíveis a erosão, devido a redução da permeabilidade, favorecendo o escoamento superficial.



## P) Vertissolos

Vertissolos são solos formados a partir do processo pedogenético específico de vertização (KÄMPF e CURI, 2012). Esse processo se ocorre principalmente devido as características de expansão e contração do solo com a variação do conteúdo de água no solo. Durante o período seco, a contração da massa do solo é responsável pela formação de fendas desde a superfície até mais de 1 m de profundidade. Parte dos agregados dos horizontes superficiais pode ser depositada no espaço das fendas e com o reumedecimento, a expansão da massa do solo é responsável pela homogeneização deste, processo denominado de pedoturbação. A expansibilidade do solo permite o deslizamento do seu material e a formação de superfícies estriadas denominadas de slickensides. O microrelevo gilgai é uma feição da paisagem típica de ambientes de ocorrência dos Vertissolos e é caracterizado pela observação de superfícies arredondadas nas áreas entre fendas e depressões, formados devido a intensa movimentação da massa do solo (Figura 13).



Figura 13. Nomenclatura, etimologia, e características associadas da ordem dos Vertissolos. Fotos: Santos et al. (2018).

No SiBCS, os Vertissolos caracterizam-se pela presença do horizonte vértico ocorrendo entre 25 e 100 cm a partir da superfície apresentando superfície de fricção (slickensides) no mínimo comum e moderada e/ou estrutura cuneiforme ou paralelepípedica, além de teor de argila no horizonte superficial de no mínimo de  $300 \text{ g kg}^{-1}$ , fendas verticais no período seco com largura igual ou maior que 1 cm.

Quanto a utilização agrícola, a principal limitação dos Vertissolos é a pequena faixa de friabilidade, tendo em vista que no período seco apresentam elevada coesão e com o aumento da umidade apresentam elevada adesão, dificultando as operações de mecanização devido a destruição dos agregados e a compactação do solo, respectivamente. Esta característica limita o desenvolvimento das plantas, podendo causar ruptura das raízes em função da contração da massa do solo.

### 3 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

As ordens de solo do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) refletem a grande variação nas características geológicas, geomorfológicas, climáticas de fauna e flora no território brasileiro. Essa variação produz uma diversidade de processos pedogenéticos que imprimem propriedades morfológicas, físicas e químicas distintas aos solos. Assim, a utilização desse sistema de classificação se mostra eficaz para registrar, comparar, classificar e interpretar as informações do solo de forma consistente.

A classificação dos solos permite identificar espacialmente as relações solo-paisagem e fornece informações sobre as propriedades e o potencial de uso dos solos. No caso do SiBCS, a classificação permite relacionar os processos de gênese à morfologia, organizando o conhecimento sobre os solos e funcionando como uma ferramenta eficaz de transferência de informações sobre os solos.

### REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, Aziz Nacib. **Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil**. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1970.
- ANJOS, L.H.C.; JACOMINE, P.K.T.; SANTOS, H.G.; OLIVEIRA, V.A.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. In: KER, J.C.; CURTI, N.; SCHAEFER, C.E.G.R.; VIDAL-TORRADO, P. (Eds.), *Pedologia: Fundamentos*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 303-343, 2012.
- KER, J.C.; MOTTA, P.E.F.; OLIVEIRA, V.A. **Levantamentos pedológicos e a evolução do conhecimento dos solos no Brasil**. In: CURTI, N.; KER, J.C.; NOVAIS, R.F.; VIDAL-TORRADO, P.; SCHAEFER, C.E.G.R. (Eds.), *Pedologia: Solos dos Biomas Brasileiros*. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 1-46, 2017.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de geomorfologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, 2. ed., Rio de Janeiro, 2009. 182 p.
- JENNY, H. **Factors of soil formation**. McGraw-Hill, New York, 1941. 281 p.
- KÄMPF, N.; CURTI, N. **Formação e evolução do solo (Pedogênese)**. In: KER, J.C.; SHAEFER, C.E.G.R.; VIDAL-TORRADO, P. *Pedologia: fundamentos*. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa-MG, 2012, p.207-302.
- SANTOS, H.G., JACOMINE, P.K.T., ANJOS, L.H.C., OLIVEIRA, V.A., LUMBRERAS, J.F., COELHO, M.R., ALMEIDA, J.A., CUNHA, T.J.F., OLIVEIRA, J.B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. Ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018, 356 p.
- SANTOS, R.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C.; SHIMIZU, S.H. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 7.ed. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. 100p.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Água Subterrânea 36, 39, 40, 41, 42, 202, 207  
Aldeídos Aromáticos 160, 161, 167  
Análise Numérica 44, 45, 51  
Aquecimento 43, 101, 111, 115, 137, 138, 148, 149, 228  
Aquífero 30, 31, 34, 35  
Associativismo 249, 250, 251, 252, 253, 254, 257, 258

### B

Biocontrole 119, 120

### C

Cadastro Territorial 1, 3, 11  
Células Solares 133, 137, 138, 143  
Cinética de Secagem 109, 111, 112, 115, 116, 117  
Classificação 32, 40, 152, 183, 184, 185, 186, 188, 192, 193, 197, 199  
Comunidade 89, 137, 147, 162, 175, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258  
Contaminação 29, 30, 32, 35, 37, 38, 39, 41, 201, 202, 227, 228, 231, 246  
Correntes Atmosféricas 226, 227

### D

Demarcação 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 256  
Dispositivos Eletrônicos 93  
Doença Fúngica 225, 227

### E

Espectrofotometria 200, 202

### F

Fenômeno Atmosférico 87, 227  
Ferrugem Asiática 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 238, 239

### H

Hidrodestilação 120, 122  
Hidrogeologia 30, 32, 34, 42

## I

Informação 31, 59, 60, 86, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 173, 179  
Ionosfera 55, 56, 66, 67, 68, 69, 70, 72, 74, 75

## L

Larvicida 120, 121, 123, 125, 126, 128  
Linha de Preamar Média 1  
Lixo Eletrônico 93, 95, 96, 97, 98, 99, 101, 102, 103, 104, 105, 107

## M

Malha Computacional 43, 45, 49, 52, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 239  
Marinha 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12  
Material Polimérico 170, 171, 177  
Mercado Informal 88  
Modelagem 13, 14, 28, 43, 45, 47, 52, 111, 117, 226  
Modelagem Matemática 43, 47, 117, 226  
Modelagem Numérica 13, 14, 28, 43  
Multivariada 30, 31, 35, 39, 41, 200, 202

## O

Óleo Essencial 119, 120, 122, 124, 125, 126, 127, 128  
Óleo Fúsel 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248  
Onda Eletromagnética 55, 59, 61, 64, 70, 75, 82, 87

## P

Pedogênese 183, 184, 186, 199  
Peneiras Moleculares 146, 148  
Plantas Daninhas 200, 201, 227, 246, 247  
Plataforma Continental 13  
Plumas de Emissários 13  
Polímeros 133, 136, 138, 139, 141, 143, 144, 170, 171, 173, 174, 175, 176, 177, 181, 261  
Processamento 44, 45, 47, 48, 49, 52, 97, 109, 114, 137, 144, 181, 236, 241  
Processo de Secagem 109, 110, 112, 114, 115  
Processos Pedogenéticos 183, 185, 186, 191, 192, 194, 196, 199  
Propriedades Medicinais 120

## R

Reaproveitamento 105, 240, 246, 247  
Região Costeira 13, 14

Resfriamento 43

Resíduos 47, 101, 103, 105, 106, 195, 240, 245, 273

## S

Sílicas Mesoporosas 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 154, 155, 156, 157, 158

Sistemas Dinâmicos 76

Sistemas Ópticos 76

Solventes Orgânicos 200, 202

## T

Tecnologia 57, 60, 93, 95, 97, 99, 100, 104, 105, 106, 108, 239, 273

Terras Raras 133, 137, 138, 143, 259, 261, 262, 263, 268

Terrenos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12

## U

Umidade 66, 77, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 123, 197, 198

## V

Variabilidade Ambiental 183, 184

Vulnerabilidade 11, 30, 31, 32, 34, 35, 37, 38, 39, 41



 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**